

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017721

International filing date: 29 November 2004 (29.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-430471
Filing date: 25 December 2003 (25.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 27 January 2005 (27.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

01.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 2 5 日
Date of Application:

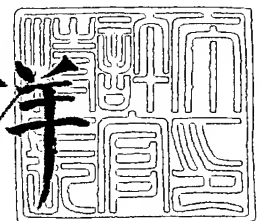
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 3 0 4 7 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 3 0 4 7 1]

出 願 人 T D K 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願
【整理番号】 99P06441
【提出日】 平成15年12月25日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G03H 1/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 塚越 拓哉
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 吉成 次郎
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 三浦 栄明
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社内
 【氏名】 水島 哲郎
【特許出願人】
 【識別番号】 000003067
 【氏名又は名称】 T D K株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100076129
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 松山 圭佑
【選任した代理人】
 【識別番号】 100080458
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 高矢 諭
【選任した代理人】
 【識別番号】 100089015
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 牧野 剛博
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 006622
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

第 1 及び第 2 の基板の間に、多重記録可能な記録層が設けられているホログラフィック記録媒体であって、

前記記録層に、直接又はスペーサ層を介して隣接して、 $0.48\mu\text{m}$ 以上の厚みを有するクロストーク層を設けてなり、

前記クロストーク層は、前記記録層でのデータホログラムの記録時の物体光と参照光との干渉縞に対して、不感又は極低感度に設定されたことを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記記録層は厚みが t_1 、且つ、一点に N 枚のデータホログラムが角度多重記録可能であって、前記クロストーク層の厚み t_2 は、 $t_2 < t_1 / N$ であることを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、前記クロストーク層は、前記記録層に対して、記録時における物体光及び参照光の入射側とは反対側に配置されたことを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 において、前記クロストーク層は、前記記録層を 2 層に分離するように、その間に配置されたことを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項 5】

請求項 1、2 又は 3 において、前記記録層と前記クロストーク層との間に樹脂製スペーサ層を設けたことを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【請求項 6】

ホログラフィック記録媒体における記録層に多重記録されたデータホログラムに対して、記録層に実質的に隣接して設けられ、且つ、前記記録層でのデータホログラムの記録時の物体光と参照光との干渉縞に対して、不感又は極低感度に設定されたクロストーク層に、クロストークホログラムを重畳して形成することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 7】

請求項 6 において、前記データホログラムは角度多重記録されていて、前記消去用参照光の、ホログラフィック記録媒体を照射するビーム径を、前記データホログラム記録時の、ホログラフィック記録媒体を照射するビーム径の 2 ～ 10 倍とすることを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記消去用参照光を、前記ホログラフィック記録媒体に対して、記録時の参照光の入射角度変調範囲内の入射角度で照射することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 において、

前記データホログラム間の角度ピッチの複数分に相当する角度間隔の複数の入射角で、同時又は順次に前記消去用参照光を照射することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 10】

請求項 6 乃至 9 のいずれかにおいて、

前記消去用物体光に、ランダムな振幅変調を付与することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 11】

請求項 6 乃至 10 のいずれかにおいて、

前記消去用物体光を、前記記録時における物体光の照射用対物レンズの開口数よりも小さい開口数の対物レンズにより照射することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 12】

請求項 6 において、

前記データホログラムは、位相コード多重記録されていて、前記消去用参照光を、記録時に用いられた位相コードと直交しないパターンで位相コード変調することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【請求項 13】

第 1 及び第 2 の基板の間に、記録層が設けられたホログラフィック記録媒体と、レーザー光源と、このレーザー光源からのレーザー光から分岐された物体光及び参照光を前記ホログラフィック記録媒体の記録層に導く物体光学系及び参照光学系と、を有してなり、前記物体光と参照光とを前記記録層に照射して、その干渉縞によりデータホログラムを形成して情報を記録し、前記参照光と同様の再生光を前記記録層に照射して回折光を発生させ、該回折光から情報を再生するホログラフィック記録再生装置であって、

前記記録層に直接又はスペーサ層を介して隣接して配置された、 $0.48\mu\text{m}$ 以上の厚みを有するクロストーク層と、前記クロストーク層に、消去用物体光及び参照光を照射してクロストークホログラムを形成する消去光学系と、を設けてなり、

前記クロストーク層は、前記データホログラムの記録時の物体光と参照光との干渉縞に対して、不感又は極低感度に設定されたことを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記物体光学系及び参照光学系が前記消去光学系を兼ねていることを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【請求項 15】

請求項 13 において、

前記消去光学系は、前記記録時の物体光及び参照光とは波長が異なる消去用物体光及び参照光を、クロストーク層に照射するようにされたことを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【請求項 16】

請求項 13 乃至 15 のいずれかにおいて、

前記記録層は厚みが t_1 、且つ、一点に N 枚のデータホログラムが角度多重記録可能であって、前記クロストーク層の厚み t_2 は、 $t_2 < t_1 / N$ であることを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【請求項 17】

請求項 13 乃至 16 のいずれかにおいて、

前記消去光学系に、前記消去用物体光にランダムな振幅変調を付与する空間光変調器を設けたことを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【請求項 18】

請求項 13 乃至 17 のいずれかにおいて、

前記参照光学系に、参照光を位相コード変調するための位相空間光変調器を設けると共に、前記消去光学系に、消去用参照光を、前記記録に用いられた位相コードと直交しないパターンで位相コード変調する消去用位相空間光変調器を設けたことを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ホログラフィック記録媒体、ホログラム記録消去方法及びホログラフィック記録再生装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、物体光と参照光とをホログラフィック記録媒体に照射して、その干渉縞により情報を記録するホログラフィック記録媒体、このホログラフィック記録媒体に記録された情報を再生不可能とするためのホログラム記録消去方法及びホログラフィック記録再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高速・大容量のストレージ技術の1つとしてホログラフィック記録が注目されている。

【0003】

このホログラフィック記録は、物体光と参照光との干渉縞に対応して、ホログラフィック記録媒体における記録層内での記録層材料の屈折率を変化させ、ホログラムを形成するものである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のように、物体光と参照光との干渉縞に応じてホログラフィック記録媒体の記録層に形成されたホログラムは、磁気記録媒体とは異なり、容易に消去することができない。

【0005】

このため、従来は、ホログラフィック記録媒体を廃棄したりする場合、ホログラフィック記録媒体に高エネルギーの消去ビームを照射するか、物理的に破壊する以外の手段が無く、データ消去が煩雑且つ処理コストが高いという問題点があった。

【0006】

この発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであって、ホログラフィック記録媒体に高エネルギーの消去ビームを照射したり、物理的に破壊することなく、低コストでデータ再生を不可能とすることができるホログラフィック記録媒体、ホログラフィック記録消去方法及びホログラフィック記録再生装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者は、鋭意研究の結果、データホログラムが形成される記録層に隣接して、データホログラム形成のための物体光及び参照光の照射によって感光し尽くされないクロストーク層を設け、このクロストーク層に選択性の低いクロストークホログラムを重畳形成し、データホログラムの再生時には必ずクロストークホログラムが再生されるようにして、データ再生を不可能とできることが分かった。

【0008】

即ち、以下の本発明により上記目的を達成することができる。

【0009】

(1) 第1及び第2の基板の間に、多重記録可能な記録層が設けられているホログラフィック記録媒体であって、前記記録層に、直接又はスペーサ層を介して隣接して、 $0.48\mu\text{m}$ 以上の厚みを有するクロストーク層を設けてなり、前記クロストーク層は、前記記録層でのデータホログラムの記録時の物体光と参照光との干渉縞に対して、不感又は極低感度に設定されたことを特徴とするホログラフィック記録媒体。

【0010】

(2) 前記記録層は厚みが t_1 、且つ、一点にN枚のデータホログラムが角度多重記録可能であって、前記クロストーク層の厚み t_2 は、 $t_2 < t_1/N$ であることを特徴とする(1)に記載のホログラフィック記録媒体。

【0011】

(3) 前記クロストーク層は、前記記録層に対して、記録時における物体光及び参照光の入射側とは反対側に配置されたことを特徴とする (1) 又は (2) に記載のホログラフィック記録媒体。

【0012】

(4) 前記クロストーク層は、前記記録層を2層に分離するように、その間に配置されたことを特徴とする (1) 又は (2) に記載のホログラフィック記録媒体。

【0013】

(5) 前記記録層と前記クロストーク層との間に樹脂製スペーサ層を設けたことを特徴とする (1)、(2) 又は (3) に記載のホログラフィック記録媒体。

【0014】

(6) ホログラフィック記録媒体における記録層に多重記録されたデータホログラムに対して、記録層に実質的に隣接して設けられ、且つ、前記記録層でのデータホログラムの記録時の物体光と参照光との干渉縞に対して、不感又は極低感度に設定されたクロストーク層に、クロストークホログラムを重畳して形成することを特徴とするホログラフィック記録消去方法。

【0015】

(7) 前記データホログラムは角度多重記録されていて、前記消去用物体光の、ホログラフィック記録媒体を照射するビーム径を、前記データホログラム記録時の、ホログラフィック記録媒体を照射するビーム径の2～10倍とすることを特徴とする (6) に記載のホログラフィック記録消去方法。

【0016】

(8) 前記消去用参照光を、前記ホログラフィック記録媒体に対して、記録時の参照光の入射角度変調範囲内の入射角度で照射することを特徴とする (7) に記載のホログラフィック記録消去方法。

【0017】

(9) 前記データホログラム間の角度ピッチの複数分に相当する角度間隔の複数の入射角で、同時又は順次に前記消去用参照光を照射することを特徴とする (7) 又は (8) に記載のホログラフィック記録消去方法。

【0018】

(10) 前記消去用物体光に、ランダムな振幅変調を付与することを特徴とする (6) 乃至 (9) のいずれかに記載のホログラフィック記録消去方法。

【0019】

(11) 前記消去用物体光を、前記記録時における物体光の照射用対物レンズの開口数よりも小さい開口数の対物レンズにより照射することを特徴とする (6) 乃至 (10) のいずれかに記載のホログラフィック記録消去方法。

【0020】

(12) 前記データホログラムは、位相コード多重記録されていて、前記消去用参照光を、記録時に用いられた位相コードと直交しないパターンで位相コード変調することを特徴とする (6) に記載のホログラフィック記録消去方法。

【0021】

(13) 第1及び第2の基板の間に、記録層が設けられたホログラフィック記録媒体と、レーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光から分岐された物体光及び参照光を前記ホログラフィック記録媒体の記録層に導く物体光学系及び参照光学系と、を有してなり、前記物体光と参照光とを前記記録層に照射して、その干渉縞によりデータホログラムを形成して情報を記録し、前記参照光と同様の再生光を前記記録層に照射して回折光を発生させ、該回折光から情報を再生するホログラフィック記録再生装置であって、前記ホログラフィック記録媒体は、前記記録層に直接又はスペーサ層を介して隣接して配置された、0.48 μm 以上の厚みを有するクロストーク層と、前記クロストーク層に、消去用物体光及び参照光を照射してクロストークホログラムを形成する消去光学系と、を設けてなり、前記クロストーク層は、前記データホログラムの記録時の物体光と参照光との干渉縞に対

して、不感又は極低感度に設定されたことを特徴とするホログラフィック記録再生装置。

【0022】

(14) 前記物体光学系及び参照光学系が前記消去光学系を兼ねていることを特徴とする(13)に記載のホログラフィック記録再生装置。

【0023】

(15) 前記消去光学系は、前記記録時の物体光及び参照光とは波長が異なる消去用物体光及び参照光を、クロストーク層に照射するようにされたことを特徴とする(13)に記載のホログラフィック記録再生装置。

【0024】

(16) 前記記録層は厚みが t_1 、且つ、一点にN枚のデータホログラムが角度多重記録可能であって、前記クロストーク層の厚み t_2 は、 $t_2 < t_1 / N$ であることを特徴とする(13)乃至(15)のいずれかに記載のホログラフィック記録再生装置。

【0025】

(17) 前記消去光学系に、前記消去用物体光にランダムな振幅変調を付与する空間光変調器を設けたことを特徴とする(13)乃至(16)のいずれかに記載のホログラフィック記録再生装置。

【0026】

(18) 前記参照光学系に、参照光を位相コード変調するための位相空間光変調器を設けると共に、前記消去光学系に、消去用参照光を、前記記録に用いられた位相コードと直交しないパターンで位相コード変調する消去用位相空間光変調器を設けたことを特徴とする(13)乃至(17)のいずれかに記載のホログラフィック記録再生装置。

【発明の効果】

【0027】

本発明においては、ホログラフィック記録媒体における記録層にデータホログラムを形成する際は、クロストーク層はほとんど感光することなく、又クロストーク層にクロストークホログラムが形成された後は、データホログラムの再生時には必ずクロストークが生じるので、データの再生が不可能となり、実質的にデータが消去される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

ホログラフィック記録媒体を、第1及び第2の基板と、これらの間の、データホログラムを多重記録可能な記録層及びこの記録層に実質的に隣接してクロストーク層により構成し、前記クロストーク層を、前記記録層でのデータホログラムの記録の際の物体光と参照光の縞に対して、感光し尽くされないように不感又は極低感度に設定し、ここに、前記データホログラムの記録時のブラッグ条件と同一のブラッグ条件で、消去用物体光及び消去用参照光を照射して、クロストークホログラムを形成する。

【実施例1】

【0029】

以下、図1を参照して本発明の実施例1に係るホログラフィック記録再生装置10について説明する。

【0030】

このホログラフィック記録再生装置10は、レーザ光源12と、このレーザ光源12から出射されたレーザ光を参照光(反射光)及び物体光(透過光)とに分岐するビームスプリッタ14と、ホログラフィック記録媒体16と、前記参照光を前記ホログラフィック記録媒体16に導くための参照光学系18と、前記物体光をホログラフィック記録媒体16に導くための物体光学系20と、前記ホログラフィック記録媒体16に再生光を照射したときに発生する回折光によりデータを再生するための結像光学系22とを備えて構成されている。

【0031】

前記参照光学系18は、前記ビームスプリッタ14側から、回転ミラー18Aと、凹面ミラー18Bとをこの順で備えて構成されている。

【0032】

前記凹面ミラー 18B は、前記回転ミラー 18A の回転中心及び前記ホログラフィック記録媒体 16 における記録層 17 と、前記物体光の照射光軸との交点をそれぞれ焦点とする仮想楕円 19 の内周面に沿った反射面を有し、前記ビームスプリッタ 14 から反射された物体光を回転ミラー 18A によって反射したとき、前記凹面ミラー 18B での反射光が必ず前記記録層 17 と物体光の照射光軸との交点を通るようにされている。図の符号 18C は、前記回転ミラー 18A の回転角度を制御するための制御装置を示す。

【0033】

前記物体光学系 20 は、前記ビームスプリッタ 14 側から、前記ビームスプリッタ 14 を透過したレーザ光のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダ 20A と、ミラー 20B と、空間光変調器 20C と、フーリエレンズ 20D とをこの順で備えて構成されている。

【0034】

前記空間光変調器 20C は、前記ホログラフィック記録媒体 16 に記録すべきデータに対応して振幅変調され、該データを物体光に付与するようにされている。

【0035】

前記結像光学系 22 は、前記ホログラフィック記録媒体 16 側から、結像レンズ 22A 及び撮像素子 22B をこの順で配置して構成されている。

【0036】

次に、図 2 を参照して、前記ホログラフィック記録媒体 16 の構成を詳細に説明する。

【0037】

図 2 に、模式的に拡大して示されるように、ホログラフィック記録媒体 16 は、第 1 及び第 2 の基板 16A、16B の間に、2 層の分離された分割記録層 17A、17B からなる前記記録層 17 と、前記分離された分割記録層 17A、17B の間に形成されたクロストーク層 17C とを有して構成されている。

【0038】

前記分割記録層 17A、17B は、前記物体光学系 20 及び参照光学系 18 からの物体光と参照光との干渉縞によって、グレーティングが形成可能とされている。

【0039】

又、前記クロストーク層 17C は、その厚みが、分割記録層 17A、17B と該クロストーク層 17C の厚みの和に比べて薄く ($1/100 \sim 1/5$) とされ、前記記録時における物体光と参照光に対して、広い入射角度範囲でブラッグ条件を充足するようにされている。

【0040】

又、クロストーク層 17C は、前記分割記録層 17A、17B と同様に、例えばフォトリソグラフィやフォトリフラクティブ結晶から構成されているが、記録層 17 に対する記録時の物体光及び参照光の照射に対して、感光感度が消費し尽くされることなく、更に保管時の僅かな露光に対しても感光することがなく、記録層 17 へのホログラフィック記録が完了し、アーカイバル補償期間が経過した後でも感光可能である材料が用いられている。

【0041】

この場合、前記クロストーク層 17C は、吸収端が記録光（物体光、参照光）よりも短波長側にある重合開始剤によって感光を発現するフォトリソグラフィや、ゲート光の有無によって感光能力の ON/OFF が可能な 2 色ホログラム材料でもよく、更に、静電場の存在下でのみ感光性能を有するフォトリフラクティブ材料から構成してもよい。

【0042】

又、クロストーク層 17C の厚さは、上記のように分割記録層 17A、17B に比べて薄く設定されているが、体積ホログラムとして機能するためには、少なくとも、 $0.48 \mu\text{m}$ 以上の厚み（詳細後述）が必要である。

【0043】

次に、前記ホログラフィック記録再生装置 10 によって情報を記録再生及び消去する過

程について説明する。

【0044】

まず、レーザ光源 12 から出射されたレーザ光は、ビームスプリッタ 14 によって反射光としての参照光及び透過光としての物体光とに分岐される。

【0045】

参照光は参照光学系 18 に入射して、回転ミラー 18A 及び凹面ミラー 18B によって反射されて、ホログラフィック記録媒体 16 の記録層 17 に照射される。

【0046】

ここで、回転ミラー 18A の回転中心と記録層 17 の、物体光の光軸との交点は、仮想楕円 19 の 2 つの焦点となっているので、回転ミラー 18A の回転角度に関係無く、参照光は必ず記録層 17 に入射する。

【0047】

従って、前記回転ミラー 18A 及び凹面ミラー 18B は、参照光のホログラフィック記録媒体 16 への照射位置を固定したまま、その入射角のみを変化させ、この動作によって角度多重記録を実現している。

【0048】

前記物体光学系 20 に入射した物体光は、ビームエキスパンダ 20A によってそのビーム径を拡大され、更にミラー 20B によって反射され、空間光変調器 20C に入射する。

【0049】

空間光変調器 20C では、記録すべき情報（データ）に応じて、物体光を振幅変調し、該物体光にデータを付与する。

【0050】

このデータを付与された物体光は、前記フーリエレンズ 20D によってその焦点でフーリエ変換されてから、前記記録層 17 に入射される。図 2 に示されるように、記録層 17 では、照射された物体光 Ob と参照光 Re との干渉縞に対応して、データホログラム 24 が形成される。

【0051】

再生時には、前記空間光変調器 20C の全画素を OFF として、参照光 Re のみを再生光としてホログラフィック記録媒体 16 に照射する。このとき、再生したいホログラムに応じて記録時の参照光 Re と同様に再生光の入射角を調整し、データホログラム 24 からの回折光としてデータを含む物体光を再生する。

【0052】

上記記録時において、物体光と参照光を記録層 17 に照射した際に、前記クロストーク層 17C にも照射されるが、該クロストーク層 17C は、物体光 Ob と参照光 Re に対する感光感度が低く、僅かに感光したとしても、記録層 17 の全てにデータホログラムを形成した後でも感光感度が消費し尽くされないので、クロストークホログラム 26 の形成が可能である。

【0053】

又、前記再生時における再生光も、前記参照光と同一波長であり、その入射角度も同一であるので、クロストーク層 17C は該再生光に対して感光しないか、あるいは感光したとしても非常に僅かである。

【0054】

次に、前記記録層 17 に記録されたデータホログラム 24 を実質的に消去するためのクロストークホログラム 26 を形成する過程について説明する。

【0055】

このホログラフィック記録再生装置 10 での消去過程では、前記記録時と同様の物体光学系 20 及び参照光学系 18 を消去光学系として用い、これらから、図 2 に示されるように、消去用物体光 IOb 及び消去用参照光 IRe をクロストーク層 17C の広い範囲に照射する。特に消去用参照光 IRe は、コリメート領域のビーム径を広くし（記録時のビーム径の 2～10 倍）、又、消去用物体光 IOb には、空間光変調器 20C でランダムな振

幅を与え、且つ、拡散光として照射する。

【0056】

ここでは、例えば図2に一点鎖線で示されるように、参照光 R_e の入射角の変調範囲の中心位置での入射角度を中心として、前記参照光と同様の消去用参照光 $I R_e$ を照射すると同時に物体光と同様の入射角で消去用物体光 $I O_b$ を照射して、クロストーク層 17C にクロストークホログラム 26 を形成する。

【0057】

前記クロストーク層 17C は、記録層 17 と比較して薄いので、前記記録時の物体光及び参照光と同一波長の消去用物体光 $I O_b$ 及び消去用参照光 $I R_e$ の広い入射角度範囲でブラッグ条件を充足する。前記入射角と回折効率との関係は、図3において、クロストークホログラム 26 の場合は一点鎖線 26A で示され、データホログラム 24 の場合は実線 24A で示されるようになり、クロストークホログラム 26 の選択性が低いことが分かる。

。

【0058】

上記のような記録層 17 を、前述と同様に再生光（参照光）で照射してデータを再生しようとすると、図4（A）、（B）に示されるように、入射角度の異なる再生光 R_{p1} 、 R_{p2} に対して、データホログラムとクロストークホログラムの再生像 24B、26B が必ず重畳して形成される。即ち、再生光の広い入射角度範囲で必ずクロストークホログラム 26 が同時に再生されるため、実質的に再生不可能、即ちデータが消去されたことになる。

【0059】

ここで、前記データホログラム 24 とクロストークホログラム 26 を再生するときの様子を、図5～図7を参照して更に詳細に説明する。

【0060】

一般的に、ホログラムは、図5の点線で示される参照光 R_{e0} 及び物体光 O_{b0} によって予め記録されており、2つのレーザ光が形成する干渉縞をグレーティング（回折格子） G_r として保持している。

【0061】

再生時には、再生光 R_p が記録時の参照光（又は物体光）と同じ入射角度でホログラフィック記録媒体 16 へ入射されたときに回折効率が最大となるが、入射角が変化したときに回折効率が減ずる程度を表わしたのが、（1）～（3）式である。

【0062】

$$\eta = \sin^2 \sqrt{(\Phi^2 + \chi^2) / (1 + \chi^2 / \Phi^2)} \quad \dots (1)$$

$$\Phi = \pi \Delta n d / \lambda \cos \theta_w \quad \dots (2)$$

$$\chi = 2 \pi d / \lambda \cdot \Delta \theta \sin \theta_w \quad \dots (3)$$

【0063】

ここで η は回折効率、即ち入射した再生光に対する回折光の強度比を表わす。 Φ はホログラムの光学的な厚みを再生光波長で規格化したもので、ここではホログラフィック厚と呼ぶことにする。又、 χ は再生光が記録時の参照光（又は物体光）とどれだけ「ずれ」ているかを表わす指標で、「ブラッグミスマッチ」と呼ばれる。ブラッグミスマッチ χ は波長の偏差 $\Delta \lambda$ と入射角の偏差 $\Delta \theta$ に依存するが、ここでは波長シフトがない（ $\Delta \lambda = 0$ ）ものとした。 Δn はグレーティングを形成する屈折率分布のコントラスト（屈折率変調度）、 d は感光層の厚み、 θ_w は記録時の入射角、 θ は再生時の入射角とし、入射角の偏差を $\Delta \theta = \theta - \theta_w$ で定義した。

【0064】

記録媒体の表面における屈折の効果も考慮した上で、外部入射角 θ' と回折効率の関係を示したのが図6及び図7である。但し、表面反射による回折効率の低下は無視した。

【0065】

図中の細かいピークがデータホログラム（ $t_1 = d = 1 \text{ mm}$ ）からの回折効率、幅の広いピークがクロストークホログラムからの回折効率を表わしている。いずれの場合も、デ

ータホログラムの厚みを $d = 1 \text{ mm}$ 、屈折率変調度を 1×10^{-5} とし、隣り合うホログラムは参照光を 0.1° のピッチで偏向して記録するようにした。一方のクロストークホログラムに関しては、図 6 では厚みを $t_2 = 0.02 \text{ mm}$ 、図 7 では $t_2 = 0.08 \text{ mm}$ とした。厚みが変われば回折効率のピーク値も変わるが、ここでは Δn を調整してデータ及びクロストークのピーク値がほぼ等しくなるようにした。

【0066】

実際、上記の数式において $\chi = 0$ で、 Φ が小さい場合、回折効率 η は $(\Delta n d)$ の 2 乗に比例することが分かる。つまり、図 6 では $\Delta n = 5 \times 10^{-4}$ 、図 7 では $\Delta n = 1 \times 10^{-4}$ とすれば、ほぼ同等の回折効率を得られる。

【0067】

本発明を実施するために最も簡単な方法は、図 6 のように、多重化されたデータホログラムを 1 つのクロストークホログラムで再生不能な状態にすることである。

【0068】

又、図 7 のように、複数のクロストークホログラムを重畳して同様の機能を得てもよい。図 7 において、破線で示されるピークは角度多重された 4 つのクロストークホログラムを表わす。幅の広いピーク（実線）はこの 4 つを足し合わせたもので、実際に観察される回折効率である。

【0069】

ここでは、21 個のデータページを重畳した場合を例に挙げたが、実際には数百～千枚以上の角度多重記録が行なわれることもあり、複数のクロストークホログラムを重畳しなければ十分な機能を得られない可能性がある。これはクロストークホログラムとして体積位相型のホログラムを前提としており、記録層の厚みに下限（通常数 μm ；後述参照）が存在するためである。但し、複数のクロストークホログラムを重畳する場合でも、それと同数のクロストーク層を積層する必要はなく、1 つのクロストーク層内に複数のクロストークホログラムを角度多重記録すればよい。

【0070】

前記の図 7 の場合、消去用参照光の入射角度を変化させながら複数のクロストークホログラムを記録する必要があるが、データの消去到費やされる時間あるいはコストが増大してしまう。従って、重畳されるクロストークホログラムの数は少ない方がよい。このためには、できるだけクロストーク層の厚みを薄くした上で、少数のクロストークホログラムで全てのデータホログラムをカバーすることが好ましい。しかしながら、体積ホログラムとして機能するためには、光学系等によって決まる一定の厚みを持つ必要があり、これがクロストーク層の厚みの下限を規定する。

【0071】

データホログラムは次の条件で形成されている。

【0072】

λ ; 532 nm
 n ; 1.52
 Δn ; $1 \text{ E} - 05$
 d ; 1 mm
 θ_w ; 45 deg
 θ_{int} ; 0.1 deg
 Λ ; $0.376 \mu\text{m}$
 K ; $16.7 \mu\text{m}^{-1}$

【0073】

ここで、 Λ はグレーティングの周期、 K はグレーティングの波数 ($K = 2\pi / \Lambda$)、 θ_{int} はデータホログラム間の角度ピッチを示す。

【0074】

体積ホログラム的な性質を表現するための条件は、

$$Q = 2\pi \lambda t / n \Lambda^2 \cos \theta > 10 \quad \dots (4)$$

であり、前記パラメータ値を代入すると、クロストーク層厚みの下限値として $0.57 \mu\text{m}$ を得る。ここでは $\theta' = 45^\circ$ ($\theta = 27.7^\circ$) としたが、上式に対して最小の厚みを与えるのは、臨界角 $\theta_c = \sin^{-1}(1/n)$ なので、

$$Q = 2\pi\lambda t / n\Delta^2 \cos\{\sin^{-1}(1/n)\} > 1.0 \quad \dots (5)$$

となり、クロストーク層厚みの最小値は $0.48 \mu\text{m}$ となる。

【0075】

前記各式で用いた各パラメータはホログラム記録における典型的な値であるが、本発明の効果をj得るための条件を正確に与えるためには、前記のQ値に対する条件を適用する必要がある。記録時の入射角のみならず、波長やグレーティング周期や屈折率も様々な値を取り得るjせである。

【0076】

前記(4)、(5)式ではクロストーク層の最小厚みを求めたが、逆にクロストーク層が厚い場合については、原理的な制約はない(図8参照)。図8はクロストーク層の厚みを変化させたときに、クロストークホログラムのブラッグ選択性がどう変化するかを示したものである。回折効率の値はそれぞれのピーク値で規格化した。

【0077】

前記(1)～(3)式から分かるように、厚みの異なるホログラムでも屈折率変調度と厚みの積 $\Delta n d$ が等しければ同じ回折効率を与える。厚みが半分になっても、 Δn が2倍になれば回折効率は等しい。図8によれば、クロストーク層の厚み t_2 と、回折効率のピーク半値幅は反比例する。これらを総合すると、「クロストーク層がその機能を発現するために、厚みの上限はない」と言える。何故ならば、 t_2 が2倍になってピーク半値幅が半分になったとしても、 Δn も半分になっているので、クロストーク層には同じクロストークホログラムを2枚記録できるからである。この2枚のクロストークホログラムを適当な角度間隔で多重化すれば、はじめの場合(t_2 が2倍になる前の場合)とほぼ同じ角度範囲のデータホログラムを再生不能にできる。但し、2枚のクロストークホログラムを記録しなければならないだけ、手間がかかる。

【0078】

実j的なクロストーク層は、「1つのクロストークホログラムで全部のデータホログラムを再生不能にできる」という条件を充足することであり、その場合の厚みの上限は次のようになる。即ち、ホログラム選択性における回折効率のピーク幅は厚みに反比例するので、1点に角度多重記録されるデータホログラムの枚数をNとすれば、 $t_2 < t_1 / N$ がクロストークホログラムの上限となる。

【0079】

次に、クロストークホログラムがデータホログラムの再生を妨げるときの仕組みを説明する。

【0080】

まず、クロストークホログラムの回折光量は、一見データホログラムと同程度である必要はない(図6及び図7では、簡単にするため同程度の回折効率を与えた)。

【0081】

図9は、データホログラムからの再生像(回折光)を撮像素子にて撮影し、画素毎の検出光量(再生信号)をヒストグラムにしたものである。理想的にはon及びoffの信号はそれぞれ1及び0の光量として検出されるべきであるが、画素間の光学的干渉をはじめとするノイズによって広がりを持った分布となる。

【0082】

分かり易く説明するため、onとoffの信号の閾値をそれぞれ0.6及び0.4とする。ここにクロストークホログラムによる回折像が重畳された場合を考える。クロストークホログラムの回折効率がデータホログラムの α 倍とすると、(データ、クロストーク)の画素が(on, on)、(on, off)、(off, on)、(off, off)の組合せに対して、それぞれどのような光量が検出されるかを計算すればよい。

【0083】

その結果、データの off に対する光量の閾値（最大値）は $0.4 + \alpha$ （off, on の場合）、データの on に対する光量の閾値（最小値）は $0.6 - \alpha$ （on, off の場合）、となることが分かる。

【0084】

何故なら、データホログラムの画素パターンとは無関係に、クロストークホログラムの画素パターンはランダムな配列を取るからである。つまり、 α が 0.1 より大きければデータホログラムからの検出画像において on と off の混合が生じ、良好な再生が妨げられるのである。実際のホログラフィック記録再生システムでは、それぞれの符号化やエラー訂正方式によって前記閾値（0.4 や 0.6）が決められるが、一般的にエラー訂正可能なビットエラー率（訂正前）は 10^{-3} 程度なので、 α が 0.1 より少しでも大きければよい（例えば 0.11）。

【実施例 2】

【0085】

次に、図 10 に示される、本発明の実施例 2 に係るホログラフィック記録再生装置 30 について説明する。

【0086】

このホログラフィック記録再生装置 30 は、位相コード多重記録用であって、クロストークホログラムも、位相コードパターンが付与される。

【0087】

このホログラフィック記録再生装置 30 は、前記図 1 に示されるホログラフィック記録再生装置 10 に対して、参照光学系の構成が相違し、他の構成については同一であるので、ホログラフィック記録装置 10 と共通部分に同一の符号を付することによって説明を省略するものとする。

【0088】

このホログラフィック記録再生装置 30 における参照光学系 32 は、ビームスプリッタ 14 側から、ビームスプリッタ 14 で反射されたレーザ光のビーム径を拡大するためのビームエキスパンダ 32A と、一對のミラー 32B、32C と、位相空間光変調器 32D と、ミラー 32E と、フーリエレンズ 32F と、をこの順で配置して構成されている。

【0089】

このホログラフィック記録再生装置 30 によってデータを記録し且つ再生する場合は、従来と同様の位相コード多重記録により行なう。

【0090】

即ち、物体光は物体光学系 20 における空間光変調器 20C により振幅変調としてデータを付与される。又、参照光は、参照光学系 32 における位相空間光変調器 32D によって、位相変調としてアドレスを付与され、共にフーリエレンズ 20D、32F によって集光されて、ホログラフィック記録媒体 16 に照射される。

【0091】

前記実施例 1 における角度多重記録の場合と同様に、消去用物体光及び消去用参照光はホログラフィック記録再生装置 30 の物体光学系 20 及び参照光学系 32 によって、ホログラフィック記録媒体 16 に照射される。

【0092】

なお、位相コード多重記録の場合、物体光、参照光共に機械的に非可動であるので、角度多重記録の場合と違って、クロストークホログラム記録時の物体光のビーム径を太くする必要がない。

【0093】

前記記録時に、前記位相空間光変調器 32D は、記録時におけるどの位相コードとも直交しないパターンを表示するようにされる。

【0094】

ここで、位相コードパターンが直交するとは、2つの位相コード中の同じ位置にある画素同士を掛け合わせて、全画素に亘って和をとった時に 0 になることを意味する。但し、

位相変調量を θ として、画素の値は $\exp(i\theta)$ である。

【0095】

位相コード多重記録の原理によれば、直交しない位相コードによって変調されたホログラムは、互いに分離することができず、一方を再生すれば同時に他方も再生される。

【0096】

従って、再生時には、データホログラムの全ての位相コードパターン（アドレス）は、クロストークホログラムと直交しないので、どのデータホログラムを再生しても、クロストークホログラムが同時に再生され、従って、実質的にデータが消去されたことになる。

【0097】

なお、上記実施例 1、2 において、ホログラフィック記録媒体 16 は、2 つの分割記録層 17 A、17 B の間にクロストーク層 17 C を形成して構成したものであるが、本発明はこれに限定されるものでなく、例えば、図 11 (A) に示されるように、1 層の記録層 17 に対して、物体光あるいは参照光の入射方向と反対側に隣接してクロストーク層 17 C を設けるようにしてもよい。

【0098】

更に、図 11 (B) に示されるように、記録層 17 とクロストーク層 17 C との間に、剛性を維持するための硬質のスペーサ層 17 D を設けるようにしてもよい。

【0099】

この場合、スペーサ層 17 D は、例えば放射線照射によって硬化する樹脂で構成したり、シート状プラスチックを貼付けして形成するとよい。

【0100】

なお、上記実施例 1、2 において、記録時の物体光及び参照光に対して消去用物体光及び消去用参照光は、同一波長とされているが本発明はこれに限定されるものでなく、異なる波長の消去用物体光及び消去用参照光を用いてもよい。

【0101】

この場合、レーザ光源 12 とは別個にレーザ光源を設けたり、レーザ光源 12 からのレーザ光の波長を変換する素子を設けたりする必要がある。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図 1】 本発明の実施例 1 に係るホログラフィック記録再生装置を示す光学系統図

【図 2】 同実施例 1 におけるホログラフィック記録媒体と参照光、物体光、消去用参照光、消去用物体光、データホログラム及びクロストークホログラムの関係を模式的に示す拡大断面図

【図 3】 同実施例 1 におけるデータホログラムとクロストークホログラムの再生時における再生光の入射角と回折効率との関係を示す線図

【図 4】 同ホログラフィック記録媒体に入射角度を変えて再生光を照射した場合の回折光の状態を模式的に示す拡大断面図

【図 5】 一般的なホログラフィック記録媒体におけるホログラム再生時の状態を模式的に示す拡大断面図

【図 6】 実施例 1 において、多重化されたデータホログラムを 1 つのクロストークホログラムで再生不能な状態にした場合の再生光の入射角と回折効率との関係を示す線図

【図 7】 多重化されたデータホログラムを複数のクロストークホログラムによって再生不能にする場合の再生光の入射角と回折効率との関係を示す線図

【図 8】 クロストーク層の厚みを変化させるときのクロストークホログラムのブラッグ選択性の変化を、再生光の入射角と回折効率との関係で示す線図

【図 9】 データホログラムからの再生像を撮像素子にて撮影し、画素毎の再生信号値と頻度との関係を示すヒストグラム

【図 10】 本発明の実施例 2 に係るホログラフィック記録再生装置を示す光学系統図

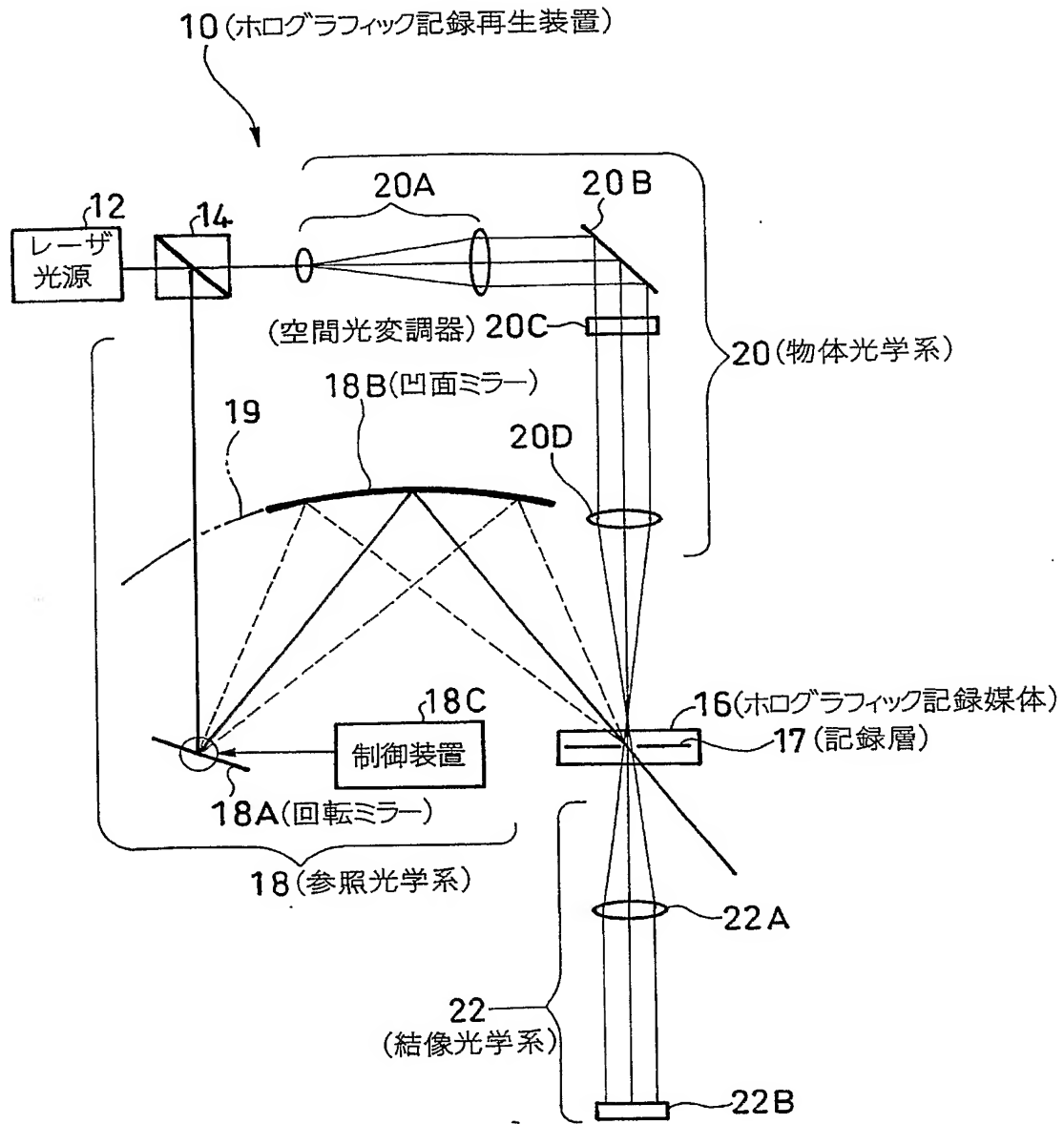
【図 11】 クロストーク層の配置の変形例を模式的に示す拡大断面図

【符号の説明】

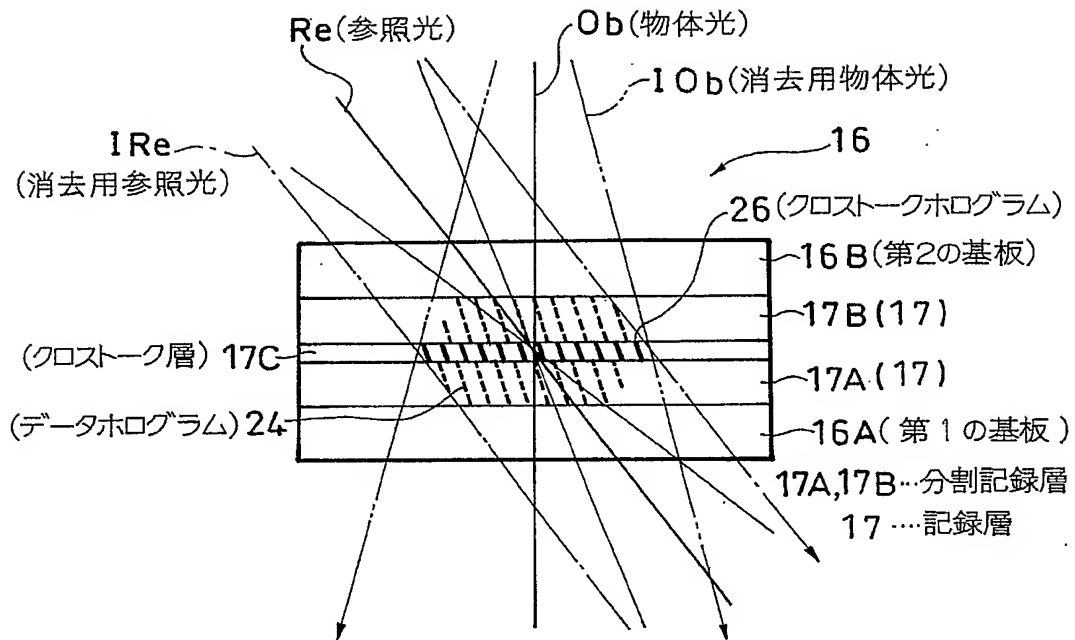
【 0 1 0 3 】

- 1 0、3 0…ホログラフィック記録再生装置
- 1 2…レーザ光源
- 1 6…ホログラフィック記録媒体
- 1 6 A…第 1 の基板
- 1 6 B…第 2 の基板
- 1 7…記録層
- 1 7 A、1 7 B…分割記録層
- 1 7 C…クロストーク層
- 1 7 D…スペーサ層
- 1 8…参照光学系
- 1 8 C…制御装置
- 2 0…物体光学系
- 2 0 C…空間光変調器
- 2 4…データホログラム
- 2 6…クロストークホログラム
- 3 2…参照光学系
- 3 2 D…位相空間光変調器

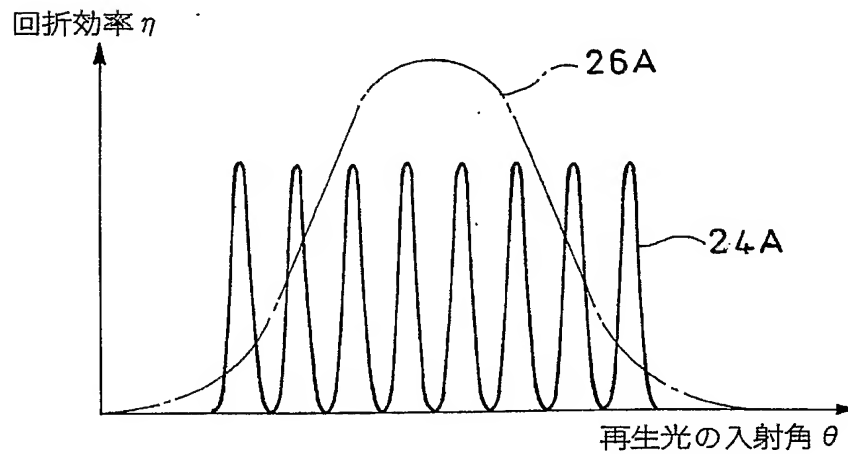
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】

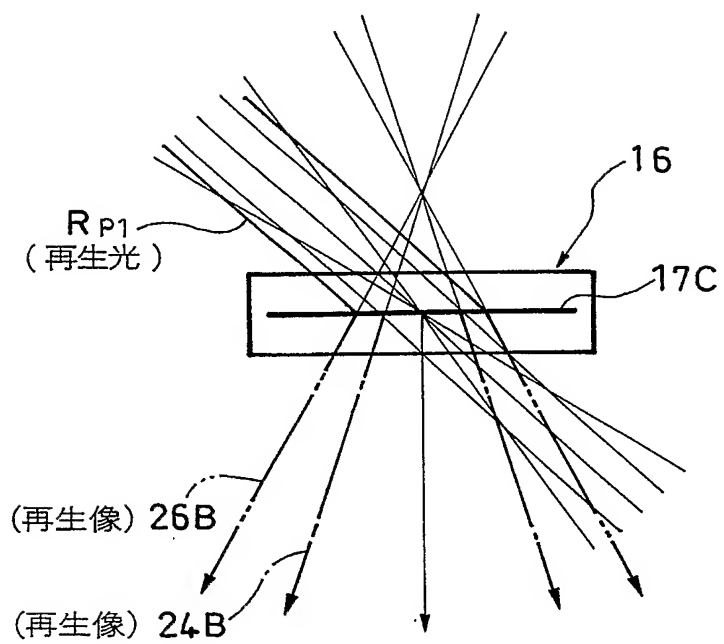


【図 3】

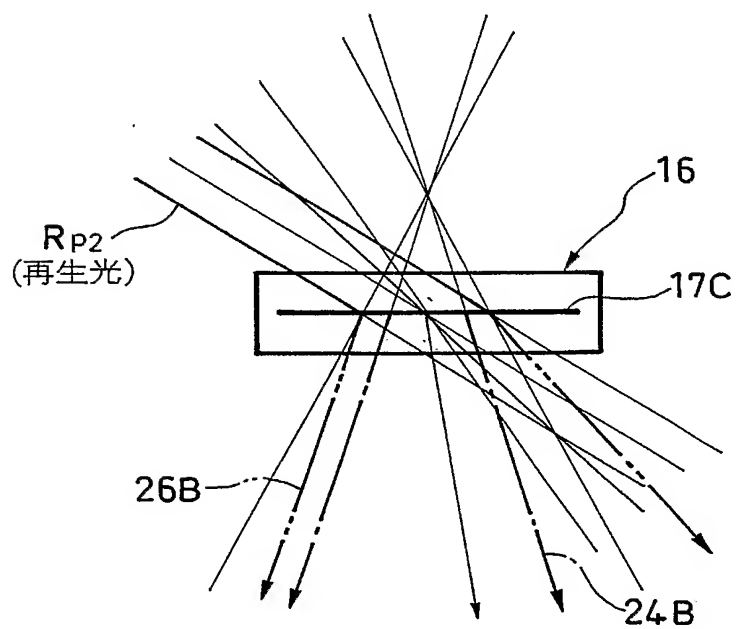


【図 4】

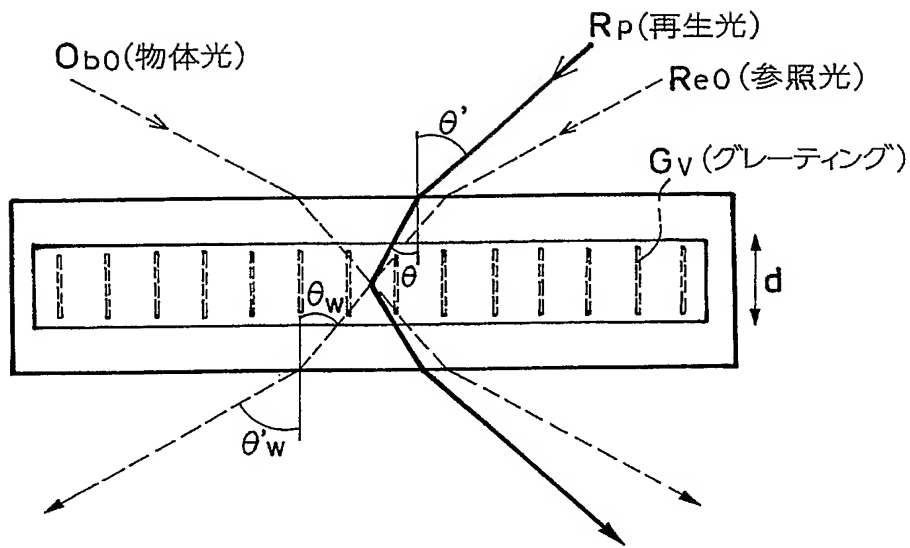
(A)



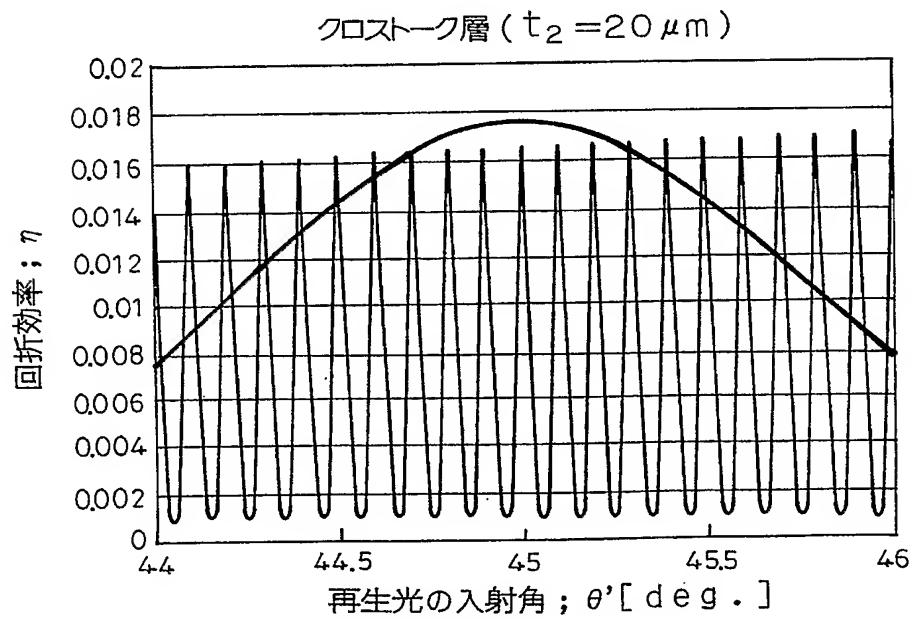
(B)



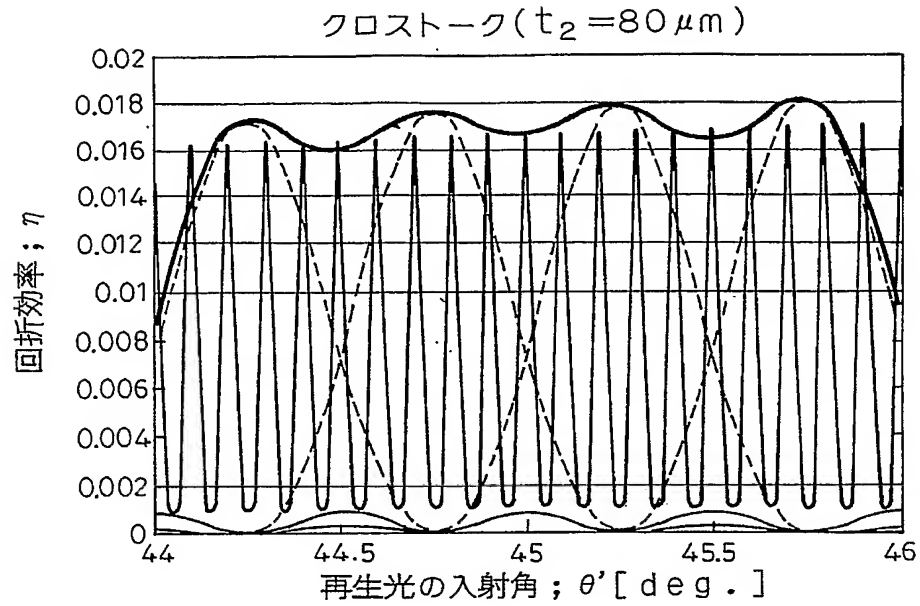
【図 5】



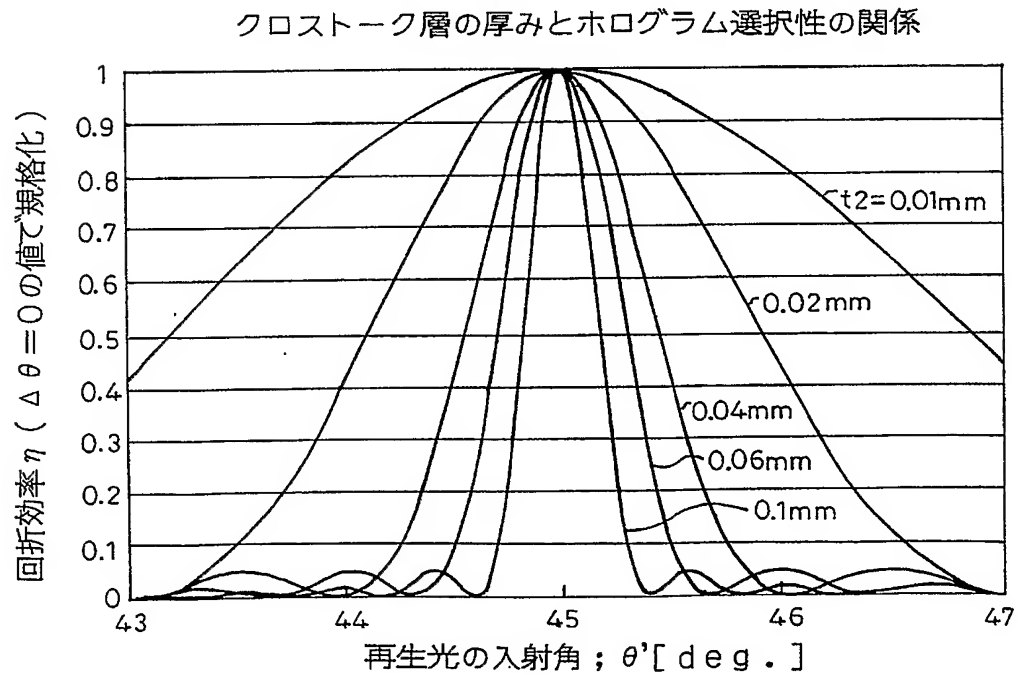
【図 6】



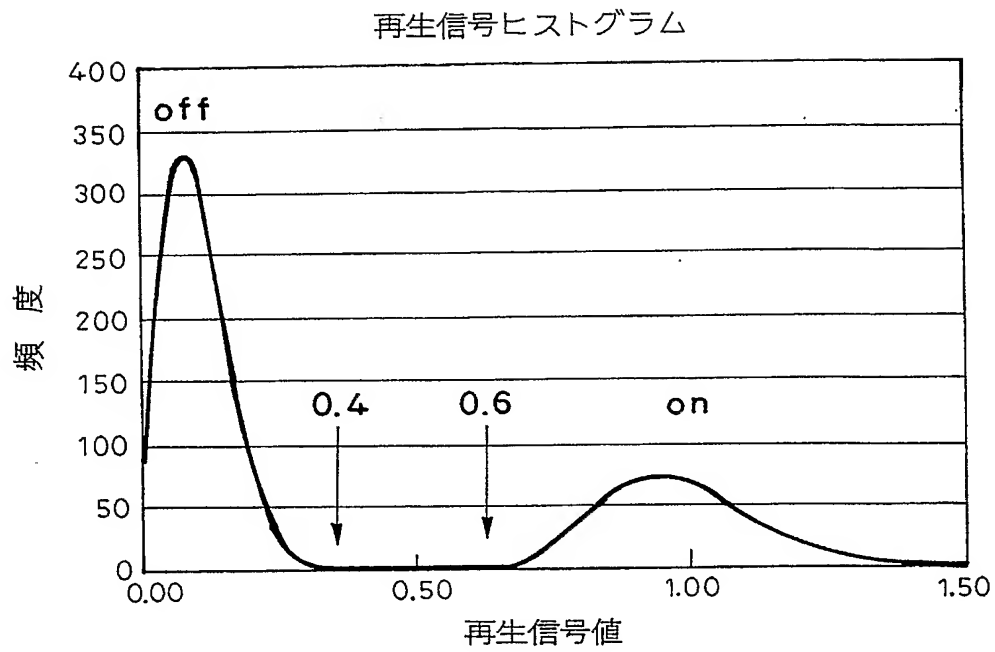
【図 7】



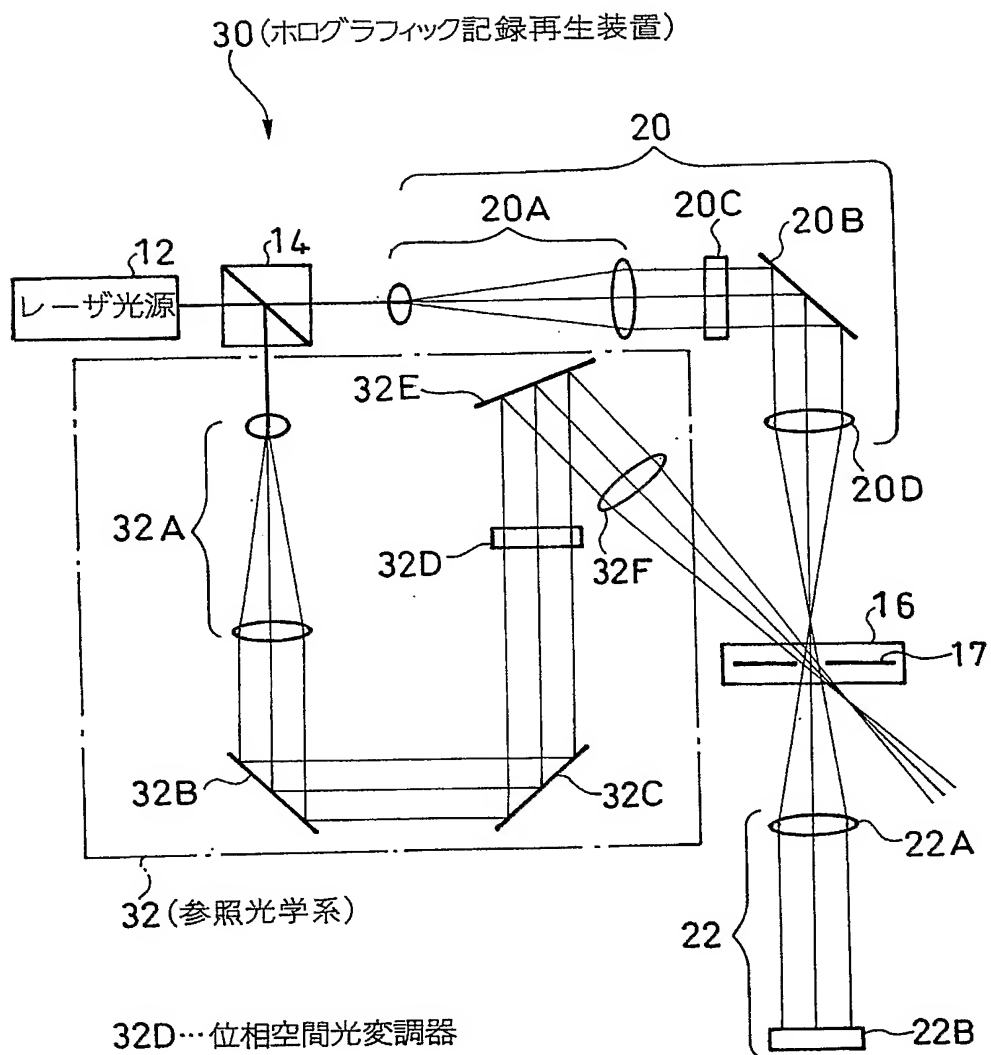
【図 8】



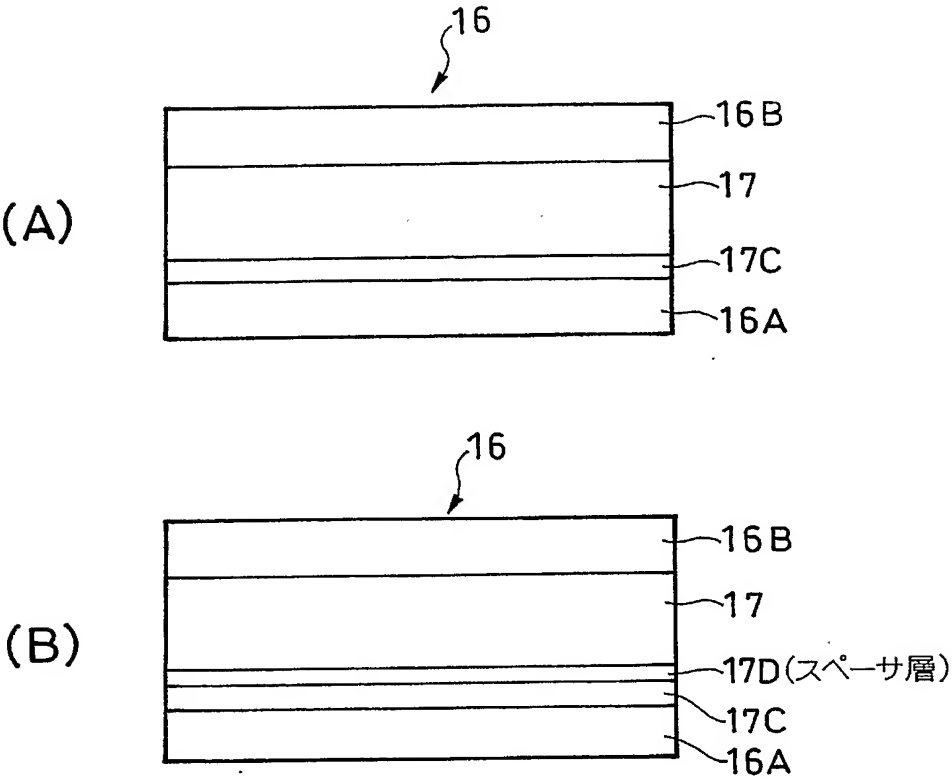
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ホログラフィック記録媒体に高エネルギーの消去ビームを照射したり、物理的に破壊することなくデータ再生を不可能とする。

【解決手段】 ホログラフィック記録再生装置 1 0 におけるホログラフィック記録媒体 1 6 は、記録層 1 7 が 2 つの分割記録層 1 7 A、1 7 B からなり、その間にクロストーク層 1 7 C が設けられている。クロストーク 1 7 C 層は、記録層 1 7 へのデータホログラム 2 4 の多重記録が完了した後も、なお感光感度を有し、ここに、ビーム径が大きい消去用物体光 I O b と消去用参照光 I R e を照射して、選択性の低いクロストークホログラム 2 6 を形成し、データホログラム 2 4 への再生光の照射時に、必ずクロストークホログラム 2 6 からも回折光が発生するようにする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 4 3 0 4 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 0 6 7]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社